

ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL URBANO A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

Graciela Viegas¹, Mariana Melchiori², Gustavo San Juan³, Elías Rosenfeld³, Carlos Discoli³

Unidad de Investigación N° 2 del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB), http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2;

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.

Calle 47 N° 162, CC 478. Tel/fax +54-0221-4236587/90 int 254. La Plata (1900)

gachiviegas@yahoo.com.ar, melchiori_m@yahoo.com.ar, gustavosanjuan60@hotmail.com, litorosenfeld@yahoo.com.ar,
discoli@rocketmail.com

RESUMEN: El presente trabajo propone una metodología para evaluar impactos energéticos- ambientales en áreas urbanas y sus correspondientes medidas correctivas. Se presenta el caso para un área residencial del partido de La Plata. Las dos variables analizadas son: Consumo de gas por red para calefacción y Consumo de electricidad para iluminación; las tres medidas son: Conservación de la energía (C), uso de energías renovables (ER) y sustitución de artefactos ineficientes. Se analiza un sector urbano que representa un área homogénea de consolidación media de la ciudad de La Plata, entendido como “mosaico urbano”. Para su selección se utilizan sistemas de información geográfica (SIG), se releva y modeliza mediante aerofotogrametría y programas de diseño asistido por computadora (ACAD) y se generan modelos de consumo, emisiones, análisis de costos, etc. Se presentan las salidas gráficas con los resultados obtenidos. Se observa la factibilidad del método para comparar medidas a tomar.

Palabras claves: impacto ambiental urbano, consumo energético, medidas correctivas.

INTRODUCCIÓN

Las áreas metropolitanas son territorios en los que se desarrollan permanentes intervenciones, causantes muchas de ellas de fuertes distorsiones ambientales, las cuales profundizan el desequilibrio planteado en la relación ambiente natural-artificial. El “metabolismo urbano” genera salidas de productos residuales que el propio sistema no es capaz de absorber extendiéndose la presión sobre los denominados sistema de soporte. (Sureda, 2000).

El fenómeno de calentamiento global que afecta al planeta, se agrava por la acción antropogénica a partir de la emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero, generados básicamente por la quema de combustibles fósiles. La necesidad de controlar las emisiones atmosféricas de estos y otros gases y sustancias, debe basarse en la eficiencia en la producción, transmisión, distribución y consumo de la energía, y en una utilización cada vez mayor de sistemas energéticos que contemplen fuentes de energías renovables basándose en tecnologías limpias y en la eficiencia de los procesos involucrados.

En cuanto al consumo de energía en la Argentina, el correspondiente al sector residencial para el año 2003 representaba un 35 % con respecto al consumo neto total, el sector comercial y público un 12,7 % y el sector industrial un 52,7 %. Específicamente en la ciudad de La Plata el consumo de gas para calefacción en el sector residencial corresponde a un 27 % del consumo total, el calentamiento de agua es un 35 % y la cocción de alimentos otro 35 %. Con respecto al Consumo de electricidad en el sector residencial, el 27% del total corresponde a iluminación. (Rosenfeld et al, 2005)

Ante esta situación el presente trabajo consiste en estudiar metodologías para evaluar el impacto energético-ambiental en el medio urbano a partir de la adopción de sectores reducidos representativos del universo de análisis. Los estudios basados en metodologías de evaluación de impacto ambiental (EIA), son y constituyen una herramienta de gestión eficaz que permite por un lado visualizar el estado de situación del ambiente para la formulación de diagnósticos, y por el otro, la implementación de medidas de mitigación, entendidas estas como acciones correctivas ante la detección de un impacto que pueda causar efectos negativos sobre el ambiente (Gómez Orea, 1999). También pueden definirse como la identificación y valoración de los impactos potenciales (efectos) de proyectos, programas, acciones normativas relativas a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno. El propósito principal del proceso de EIA es animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones (Canter, 2000). Los primeros antecedentes de EIA se remontan al año 1969 en EEUU, cuando se promulgó la Ley Nacional de Política Ambiental (NEPA), estableciendo pautas sistemáticas orientadas a la actividad privada y gubernamental. La Argentina, como parte del resto de América Latina, se encuentra atrasada en propuestas de EIA como forma de gestión, en relación con los países centrales (Zeballos de Sisto, 1999). Las normativas y su aplicación en nuestro medio recién comienzan a desarrollarse a partir de los años ‘80, en correlación a las fuerzas externas en función de un desarrollo sustentable. Por esta razón es necesario incursionar en estos métodos a modo de poder predecir futuros efectos indeseables en la dinámica de las actuales ciudades.

En la Unidad de Investigación N ° 2 del Instituto de Estudios del Hábitat (UI2-IDEHAB-FAU-UNLP) donde se desarrolló el

¹ Becario Postgrado - CONICET -

² Becario Iniciación – UNLP-

³ Investigador CONICET (FAU-UNLP)

presente trabajo, se han comenzado a explorar metodologías de impacto ambiental y formular instrumentos orientados a generar conocimiento sobre la interacción de los campos “ambiente – energía” en el ámbito urbano. Asimismo, ha desarrollado un esquema metodológico que incluye análisis macro y micro, construcción de indicadores, índices y perfiles, además de una acumulación histórica de datos, especializados en un Sistema de Información Geográfica (SIG), concentrados en matrices de datos y resultados. Se están desarrollando los siguientes proyectos que poseen relación con este trabajo:

- i- “URE-AM 1. Políticas de uso racional de la energía en Áreas Metropolitanas y sus efectos en la dimensión ambiental”. PICT ANPCyT: 13-4116. 1999-01
- ii- “Estudio de Impacto Ambiental Urbano (EIA u). Desarrollo metodológico orientado al diagnóstico de centros urbanos en el marco de ciudades sanas” PIP CONICET N° 02577,
- iii- “El Atlas como instrumento para el diagnóstico y la Gestión. Calidad Ambiental Urbano- Regional” CONICET PIP 3009 y PIP 2577. ANPCyT PICT 13-14509.
- iv- “Medidas de Eficiencia Energética” en el marco del Proyecto BIRF N° TF51287/AR “Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” 2005.

El presente trabajo propone una metodología para evaluar impactos energéticos- ambientales en áreas urbanas y sus correspondientes medidas de mitigación. Entendemos la necesidad de encontrar metodologías versátiles e instrumentales que respondan a problemas existentes en áreas urbanas. Se presenta como caso de estudio un sector del partido de La Plata (34,9° latitud sur, 57,9 ° longitud oeste), analizando dos variables del sector residencial: consumo de gas por red para calefacción y consumo de electricidad para iluminación; y tres medidas correctivas: i-disminución del consumo de gas por red a partir de medidas de Conservación de la Energía de la envolvente edilicia, ii- disminución del consumo de gas por red a partir de utilización de Energías Renovables, iii- disminución del consumo de electricidad para iluminación por sustitución por equipos de mayor eficiencia.

Objetivos.

Se tiene como objetivo general aplicar una metodología que permita detectar y evaluar impactos en el medio urbano producidos por el consumo de energías no renovables (Electricidad y gas por red), sus consecuentes emisiones de gases efecto invernadero (GEI), y posibles medidas de intervención para mitigar sus efectos.

Se tienen como objetivos particulares:

- Detectar y definir las variables intervinientes en el proceso de impacto ambiental producido por el consumo de energías no renovables y de sus medidas correctivas en un área urbana.
- Cuantificar las variables a partir de modelos, con lo cual precisar el valor de los indicadores de comportamiento.
- Normalizar los datos obtenidos volcándolos en una “**matriz de conclusión**”, para realizar comparaciones entre las variables, ambientales, económicas y de habitabilidad cualificadas y cuantificadas en base a diversos escenarios propuestos.
- Analizar las interacciones más relevantes detectadas.

METODOLOGÍA

Definición y procesamiento de la Unidad de Análisis: Mosaico Urbano.

Las áreas urbanas se analizan desde el concepto de “**Mosaicos Urbanos**”. Conceptualmente en el arte el mosaico se define como una obra que en su extensión se compone por prismas irregulares y diversos, que por yuxtaposición determina formas y cubren grandes extensiones. Desde la disciplina “ecología del paisaje” aparece el término mosaico asociado al desarrollo de reflexiones sobre la *planificación* urbana actual, buscando dar respuestas ante el crecimiento urbano sin solución de continuidad (Forman, 2004). En Argentina aparece el concepto de “**mosaico de naturaleza interconectada**” (Di Bernardo, 1998) como una forma de recuperar el soporte natural en las áreas urbanas. “...Esta nueva dimensión pretende establecer **una red** de espacios bajamente antropizados, a los efectos de recuperar y/o conservar muchas de las cualidades del soporte natural...”. En este caso el mosaico abarca diversas unidades de verde que, interconectadas, empiezan a conformar la ciudad.

En este trabajo, tomamos el concepto de Mosaico como un sector urbano representativo de un *área homogénea* que reúne ciertas características críticas. Se pretende en una etapa posterior diagnosticar la situación existente del área y poder evaluar la aplicación de medidas correctivas ante impactos negativos detectados.

Las áreas homogéneas del partido de La Plata se definen en base a la “cobertura de servicios básicos de infraestructura” (agua corriente, gas por red, electricidad por red) y “ocupación del suelo”, lo que llamamos grado de *Consolidación urbana* (Rosenfeld et al, 2000). De acuerdo a la combinación de las variables se clasifican en Baja, Media y Alta Consolidación. Instrumentalmente las áreas homogéneas se grafican con un sistema de información geográfica (SIG) que articula bases de datos y bases gráficas de la ciudad de La Plata según se muestra en la figura 1.

La extensión de la Unidad de Análisis se determina en función del Uso del Suelo (residencial, público, comercial), donde se obtienen las correspondientes tipologías edilicias y así sus datos constructivos (coeficiente de transmitancia térmica) y morfológicos (alturas, dimensiones, factor de exposición, y de forma). Se realiza el relevamiento a partir de trabajo de campo, estudio aerofotogramétrico y antecedentes del lugar de trabajo. Los datos se modelizan con programas CAD y SIG.

Cobertura de Servicios Básicos de Infraestructura	% Ocupación del suelo	Grado de Consolidación
100%	0-21 %	BAJA
100%	21-70. %	MEDIA
100%	70-100 %	ALTA

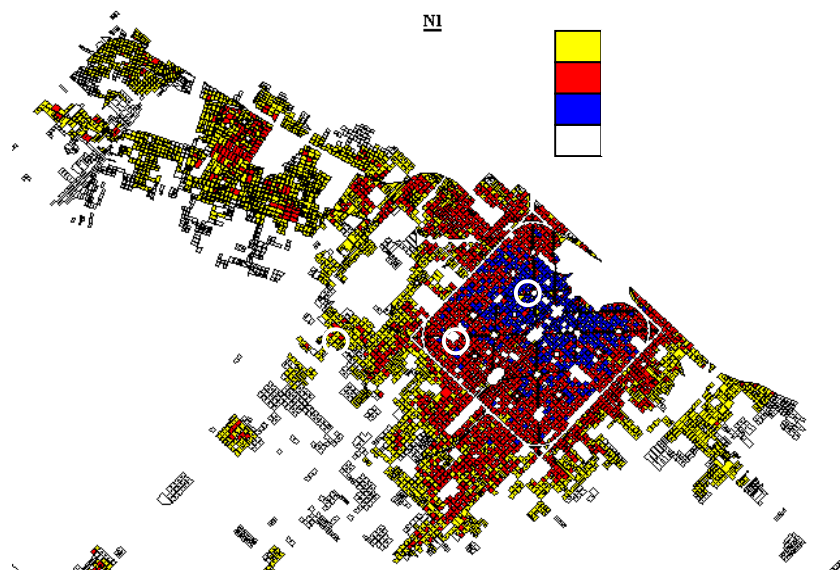


Figura 1- Se observa los diversos grados de consolidación urbana en y su representación gráfica a través de SIG. Se marcan los posibles mosaicos de intervención.

Técnicas para identificación de los impactos

Aunque se han desarrollado diversas metodologías, no hay una universal la cual pueda aplicarse a todos los tipos de proyectos, en cualquier medio en el que se ubique. Una perspectiva adecuada es la de considerar las metodologías como “instrumentos” que puedan utilizarse para facilitar el proceso del EIA. En ese sentido cada metodología que se utilice debe ser específica para ese proyecto y esa localización particular, con los conceptos básicos derivados de las metodologías existentes. Podemos llamar a estos métodos “ad-hoc”. Entre las diversas técnicas utilizadas en EIA, podemos mencionar: i *Matrices interactivas causa- efectos* (Matriz simple, como la de Leopold, Matriz en etapas, Matriz de Grandes Presas); *Métodos de diagrama de redes* (de tipo lineal, diagrama de árbol, dígrafos), *Métodos de lista control* (simples, descriptivas), etc. (Canter, 2000; Gómez Orea, 1999).

Para la **identificación de impactos** se deben conocer las “**acciones**” que actualmente se detectan en el mosaico y las proyectadas; y por otro lado los **factores ambientales** susceptibles de ser afectados del “entorno”. Por último se deben determinar las interacciones (relaciones recíprocas) entre ambos.

- **Identificación de los impactos actuales:** A partir de técnicas de *listas de control* y *diagrama de árbol* se determinan las acciones actuales y los factores del medio, susceptibles de recibir impactos (receptores) del mosaico. Con la utilización de una *matriz simple de causa y efecto de doble entrada* se identifican los impactos, incorporándose las acciones sobre las ordenadas y los factores del medio sobre las abscisas.
- **Definición de impactos primarios y secundarios. Incorporación de medidas correctivas:** Se analizan los impactos primarios y secundarios y la incorporación de medidas que minimicen los negativos detectados en la situación actual. Para ello se utilizaron *diagramas de flujo*. Se sintetizan en una matriz con todas las acciones (actuales y propuestas), asignando en cada casilla el signo del impacto, de acuerdo si la misma provoca un efecto positivo (+) o negativo (-) al factor ambiental.

Valoración de los impactos

Los pasos son los siguientes:

- **Construcción de los indicadores** para la cuantificación de los impactos, mediante modelos diseñados “ad-hoc”. En cuanto a los indicadores cualitativos se obtuvieron en base a una valoración subjetiva.
- **Normalización de los resultados para su comparación:** la Magnitud del impacto se obtiene de transformar los datos obtenidos de acuerdo a un rango de 0 a 10, representando los datos mínimos y máximos respectivamente. Se vuelcan en una matriz de doble entrada.
- **Matriz de conclusión para la evaluación de alternativas:** se evalúan las alternativas mediante una matriz de conclusión conformada por índices de conclusión (*Ic*). Los mismos se obtienen de ponderar la Magnitud del impacto por dos atributos: Significancia y Temporalidad. El primero corresponde a cuán significativa es esa intervención según el contexto en que se realiza, valorado en un rango de 0 a 1. El segundo estima el grado de permanencia y/o reversibilidad de la distorsión producida por la intervención en relación al elemento afectado, en un rango de 0 a 1 (Discoli, 1998).

$$\pm I c = \text{Magnitud } (\pm 0-10) \cdot \text{Significancia } (\pm 0-1) \cdot \text{Temporalidad } (\pm 0-1) \quad (1)$$

Comunicación de resultados

Informar los resultados del costo ambiental del proyecto es uno de los objetivos principales de la EIA. Las salidas que comuniquen los resultados deben ser claras, concisas y fiables para su mejor entendimiento.

A partir de la Matriz de Conclusión donde se visualizan integralmente los perjuicios o beneficios que presenta cada acción sobre el medio afectado, se desprenden las salidas del modelo en base a diferentes escenarios de situación. (Halsnaes et al, 1998).

ESTUDIO DE CASO

Mosaico urbano de Media Consolidación

Se analiza un mosaico de seis manzanas perteneciente a un área de Consolidación Media de la Ciudad de la Plata. Se encuentra en la región bioclimática cálido Húmeda III b según el Instituto Nacional de Racionalización de Materiales (IRAM) y requiere 994 grados día de calefacción anual.

Posee un uso de suelo Residencial cuya caracterización tipológica se puede observar en la tabla 1. Esta información se basa en estudios previos para el área de Capital Federal y Gran Buenos Aires (Rosenfeld, et al, 1987).

TIPOLOGÍA	U.	cubierta		cerramiento		aberturas		Piso	
		material	K	material	K	material	K	material	K
Casa cajón cubierta chapa o losa	65	chapa	0.92	Muro ladrillo común 0.3	1.88	Vidrio común con protección nocturna	5.8	Baldosa calcárea	1.57
		Losa hormigón armado	3.82						
Propiedad horizontal	2	chapa	0.92	Muro bloque 0.2	1.84	Vidrio común con protección nocturna	5.8	Baldosa calcárea	1.57
Duplex mixto cubierta chapa o losa	19	chapa	0.92	muros	2.21	Vidrio común con protección nocturna	5.8	No se considera	
		Losa Hormigón armado	3.82						
Tipo chalet	17	Teja	1.05	Muro ladrillo común 0.3	1.88	Aberturas	1.88	Baldosa calcárea	1.57
Renta pasillo	1	Chapa con aislación térmica	0.61	Muro ladrillo común 0.3	1.88	Vidrio común con protección nocturna	5.8	Piso entablado con cámara de aire	1.07
Galpones, comercios	34	No se considera para las variables de análisis seleccionadas							

Tabla 1: Tipologías constructivas y coeficientes de Transmitancia Térmica utilizados para caracterizar el mosaico.

El mosaico se relevó y modelizó con la ayuda de fotografía satelital y fotografía in situ. El gráfico generado en tres dimensiones es una representación simplificada de la volumetría real. Este instrumento se utilizó para el cálculo del área de fachada para generación térmica solar. (Ver Figura 2.)



Figura 2: Caracterización del mosaico y modelización.

Identificación de impactos

En la Figura 3 se visualizan todas las acciones detectadas (dispuestas en las ordenadas), factores del medio, susceptibles (correspondientes a las abscisas) y sus interacciones. Se destaca cómo las dos variables seleccionadas para ser evaluadas en la Situación Actual, consumo de gas por red (SA1) y consumo de energía eléctrica (SA2), interaccionan sobre los siguientes factores: Polución del aire, Calidad en la habitabilidad edilicia y su relación con la salud, Costos en \$, Contribución al calentamiento global, Utilización de energías no renovables, entre otras.

Situación actual			Indicadores																																	
			Infraestructura										Espacio público										Edificio													
			Cons. Recursos	Contam. Por Basurales	Tend. de redes	Consumo recurso	Vertido sin tratar	Tend. De redes	Consumo EE	Tend. De redes	Consumo Gas	Contaminación emisiones	Consumo energía	Contaminación (Ruido, emis., olor)	Contaminación visual	Construcción	Inseguridad vial	Impermeabilización sustrato	Ocupación/Contaminación esp. Verdes	Actividades molestas	Ocupación /cont. Esp. vacantes/públicos	Implementación de edificios de gran escala	Construcción en la Vía pública	Cambios amb.	Inundaciones	Temperatura	Asoleamiento	Vientos	Estado actual de habitabilidad	Impact. Etapa de construcción	Impact. Etapa funcionamiento	Impacto a escala urbana				
Paisaje Nat.	Superficial	Subterránea	Olores	Polución	Contaminación	Topografía	Composición de suelos	tipo / cant./distr. Esp.	tipo / cant./distr. Esp.	Espacios verdes/públicos	Patrimonio Cultural	Espacio Urbano	Perfil urbano	Identidad, Tipol.	Calidad en habitabilidad	Asent. precarios	Áreas vacantes	Vías de Com./Acc.	Basurales	Equipamientos	Transporte	Salud (habitabilidad)	Estilo de Vida	Act. Barriales	Empleo	Pérdidas/Ganancias \$	Contrib. al aumento del Climat. Global	Desertificación	Pérdida de biodiversidad	Pérdidas de Rec. Naturales	Utilización E. No renovables	Utilización E. renovables	Afecta. Esperanza de vida	Inundaciones		

Figura 3: Matriz simple de doble entrada. Visualización de acciones (ordenada) estudiadas y los factores del medio afectados.

Se desarrolla el diagrama de flujo (Figura 4), para detectar los impactos primarios y secundarios de las dos variables escogidas. Se identifican los nuevos impactos en la Situación Mejorada a partir de la implementación las medidas correctivas: Conservación de la energía (SM 1), Uso energía solar (SM 2), Sustitución de artefactos eléctricos (SM3).

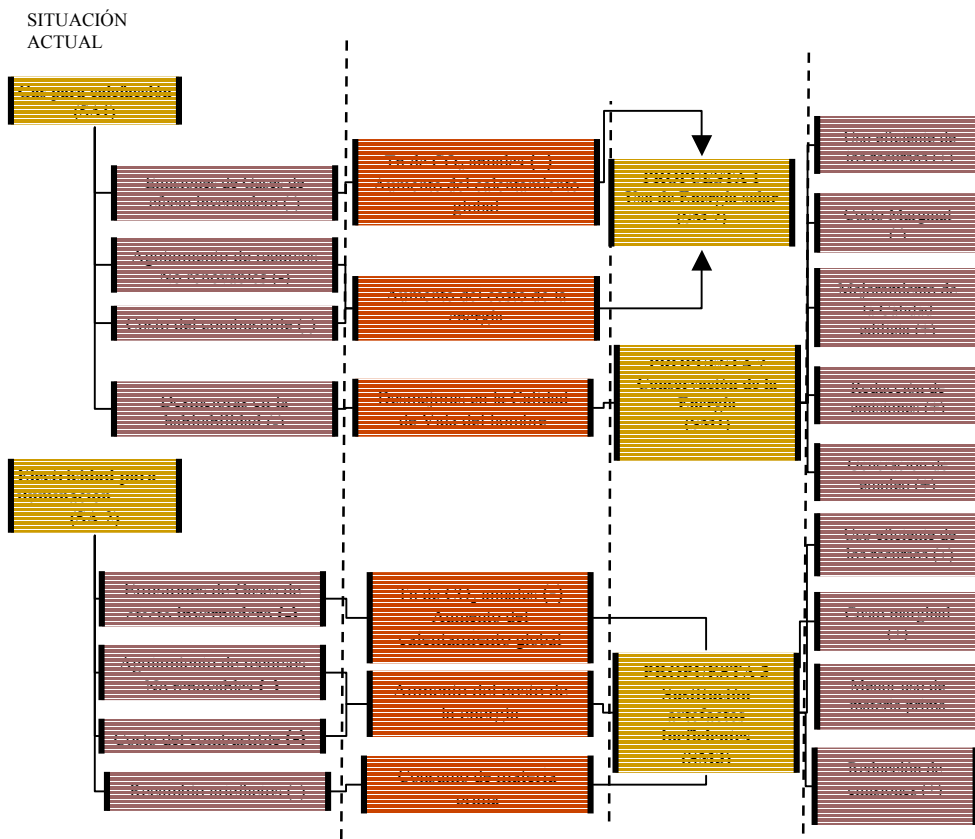


Figura 4: Diagrama de flujo. Se visualizan los impactos actuales y los surgidos a partir de la implementación de medidas

Valoración del impacto

Para cuantificar el impacto de la Situación Actual se aplicaron los siguientes indicadores:

- Consumo de gas para calefacción anual (SA1): Se realizan balances térmicos estacionarios para obtener el coeficiente volumétrico de pérdidas ("G") de cada vivienda del mosaico según la Norma Nacional 11.601 de IRAM. El Consumo en Kw/anales se obtiene del producto del "G" por 994 grados días de calefacción (GD), el volumen de cada edificio (V) y 8 horas de uso diarias de calefacción (ver fórmula 2)

$$\text{Consumo en KW/año} = \frac{"G" \times "GD" \times V \times \text{hs}}{1000} \quad (2)$$

- Consumo de energía eléctrica en iluminación anual (SA2): es el producto de la cantidad de luminarias por la potencia, según tipo de luminaria (incandescentes = 75 Watts, fluorescentes = 40 Watts), por el factor de uso (entre 0,25 y 0,41 según tipología edilicia) y por las horas de uso anuales (2.190 hr/año). La cantidad de luminarias por vivienda se obtuvo a partir de la superficie habitable (1 luminaria cada 3 m² + 2 exteriores) afectada por el porcentaje de cada tipo de luminaria, de acuerdo a la tipología edilicia analizada. Se consideró que en el sector de análisis el 80 % de las luminarias son incandescentes y el 20 % fluorescentes.

$$\text{Consumo EE en KW/año} = \text{Nº lámparas} \times \text{Potencia} \times \text{factor uso} \times \text{horas uso anuales} \quad (3)$$

- Cálculo de las Toneladas de CO₂ anuales emitidas al ambiente: es el producto de los KW consumidos anuales por la cantidad de Tn por kw consumidos (ver fórmula 3). Para el caso de Energía eléctrica se la considera producida por generación térmica.

$$\text{Tn de CO}_2 \text{ anuales} = \text{KW} \times 0.00032 \quad (4)$$

Cuantificación de nuevos impactos surgidos de la aplicación de Medidas Correctivas (figura 4):

- Ahorro de gas por Conservación de la energía- Medida de Mitigación 1 (SM1): Se mejora el Coeficiente Volumétrico de Pérdidas ("G") a partir de los valores mínimos de calidad de la envolvente exigidos por la Norma IRAM. Se consideraron las siguientes posibilidades: i- Aislación total en muros y techos nivel A; ii- Aislación total en muros y techos nivel B; iii- Aislación sólo en techos nivel A; iv- Aislación sólo en techos nivel B; v- Aislación sólo en muros nivel A; v- Aislación sólo en muros nivel A. Se optó por la opción iv por ser la más conveniente en la relación costo-beneficio, para este caso de estudio usando un valor de trasmittancia térmica de techos de 0,83 W/m² ° C. Con el "G" mejorado se aplica nuevamente la fórmula 2 para obtener el consumo con ahorro.
- Ahorro de gas por Ganancia solar- Medida de Mitigación 2 (SM2): Para cuantificar el ahorro de gas por incorporación de sistemas solares térmicos (muro Trombe liviano) se consideró el consumo de energía y ganancia solar para el día más desfavorable del año (21 de Junio). Se multiplicó la superficie potencialmente colectora orientada al Norte, Nor-este y Nor-Oeste, hora a hora, por la radiación en W/h (Radiación Total diaria: orientación Norte = 2.934 Watts, orientaciones noreste y noroeste = 2.409 Watts), afectándola por un coeficiente de rendimiento del sistema implementado del 33 %. Para el cálculo de superficies potencialmente colectoras se utilizó un software que trabaja bajo el entorno de ACAD (MESA, 1999), considerando solo el 70 % del total de fachada expuesta. Para obtener el ahorro total anual se multiplicó el porcentaje de ahorro diario obtenido por el consumo de gas anual sin medida.
- Ahorro de electricidad por sustitución de artefactos - Medida de mitigación 3 (SM3): Se aplica como medida correctiva la sustitución de las lámparas actualmente existentes por lámparas de bajo consumo. Se sustituyen las de tipo incandescente de 75 Watts por lámparas fluorescentes compactas (LFC) de 15 Watts de potencia. En esta medida se tuvo en cuenta el aumento en la vida útil de la nueva lámpara en relación a las anteriores. Se aplica la fórmula 3.
- Costo marginal de la aplicación de medidas: Se calculó la relación entre el costo de inversión en \$ de la aplicación de medidas y el ahorro de energía no consumida, calculando el indicador de Costo Marginal (\$ x Kwatt ahorrado). El costo de la inversión para las medidas SM1 y SM2 es 40 % costo de materiales + 60 % mano de obra. El costo Marginal para la medida SM3 es sólo el costo de las nuevas luminarias. El ahorro de energía se considera para un lapso de 30 años con un aumento anual del precio del combustible del 7 % (actualmente de 0,135 \$/m³ + 40 % de impuestos) y un aumento anual del precio de la electricidad del 2,34 % (actualmente 0,042 \$/kw + 40 % de impuestos). El costo de la inversión se afectó por una renta de la inversión del 8 % anual. En iluminación se consideró un aumento del precio de la lámpara del 9,2 % anual.

Normalización de datos

Se presenta la tabla con los valores obtenidos de los indicadores y el criterio de normalización:

Indicador		Actual consumo gas		Cons. actual electr.		Conserv. de la energía		Ganancia solar		Sustitución	
		Valor	Magn.	Valor	Magn.	Valor	Magn.	Valor	Magn.	Valor	Magn.
Cons.en KW/año	uant	1.083,59	-10	8.64	-2	912.622	-9	34,3€	-8	19.592	-1
Emisiones Tn/año	Cuant.	218,58	-10	22,26	-2	184,17	-9	169,34	-8	10,11	1
C. marginal \$/kw ah.	uant	0	0	0	0	0,18	-4	0,48	-10	-0,18	+10
Generación empleo	Cualif.	0	0	0	0	si	+10	si	+5	0	0
Uso E. Renovables	ualif.	0	0	0	0	0	0	si	+10	0	0
Mej.Habitabilidad	Cualif.	0	-10	0	-10	si	+10	si	+2	0	-10
Consumo materiales	ualif.	0	0	si	-2	si	-10	si	-5	si	-1
Aum. Calent.Global	Cuant.	218,58	-10	22,26	-1	184,17	-9	169,34	-8	10,11	0

Tabla 2: Normalización

Matriz de conclusión

Se insertan los valores normalizados y se ponderan por los dos atributos que se observan en las dos últimas filas de la matriz “Magnitud”. Los Índices de conclusión (Ic) se vuelcan en la “Matriz de Conclusión”. Ver figura 6.

Magnitud		Entorno afectado	ESCALA LOCAL		ESCALA GLOBAL			
			SALUD	ECONOM.	MEDIO NATURAL			
			Afect. Al aire por polución	Mejoramiento en Habitabilidad	Generación de Empleo	Costo por Unidad de Energía	Consumo de materiales	Agotamiento de E. No Renovables
Acciones								
SA	SA 1		-10	-10			-10	-10
	SA 2		-2	-10			-2	-10
SM	SM 1		-9	10	10	-7	-10	-9
	SM 2		-7	2	5	-10	-5	-8
	SM 3		-1	-10		10	-1	-10
Significancia			1	1	0,5	1	1	0,9
Temporalidad			1	1	0,2	1	1	0,5

Matriz de Conclusión		Entorno Afectado	ESCALA LOCAL		ESCALA GLOBAL			
			SALUD	ECONOM.	MEDIO NATURAL			
			Afect. Al aire por polución	Mejoramiento en Habitabilidad	Generación de Empleo	Costo por Unidad de Energía	Consumo de materiales	Agotamiento de E. No Renovables
Acciones								
SA	SA 1		-10,0	-10,0			-9,0	-4,0
	SA 2		-2,0	-10,0			-2,0	-1,8
SM	SM 1		-9,0	10,0	1,0	-7,0	-10,0	-7,2
	SM 2		-7,0	2,0	0,5	-10,0	-5,0	-6,3
	SM 3		-1,0	-10,0		10,0	-1,0	-0,9
Significancia			1	1	0,5	1	1	0,9
Temporalidad			1	1	0,2	1	1	0,5

Figura 6: Matriz de Magnitud y de Conclusión.

Salidas gráficas del modelo: Escenario

En la figura 7 se ven los impactos negativos detectados en la situación actual (barra SA1 y SA2) y cómo, al aplicar medidas correctivas (barra SM1, SM2, SM3) algunos efectos dejan de ser negativos, tales como: “Habitabilidad”, “Generación de empleo”, “Utilización de energías renovables”. También se reducen algunas variables perjudiciales aunque no dejan de ser negativas, como “Pérdida de energía no renovable” y las referidas a la reducción de emisiones contaminantes al ambiente. Como desventaja al momento de considerar las medidas correctivas, surge el impacto negativo de la variable “Costo de la unidad de energía” para la SM1 y SM2, con respecto a la situación sin medidas donde no se producía impacto. Pero en el caso de la SM3 se observa que ese impacto es positivo, además de mostrar una reducción de todas las variables de análisis.

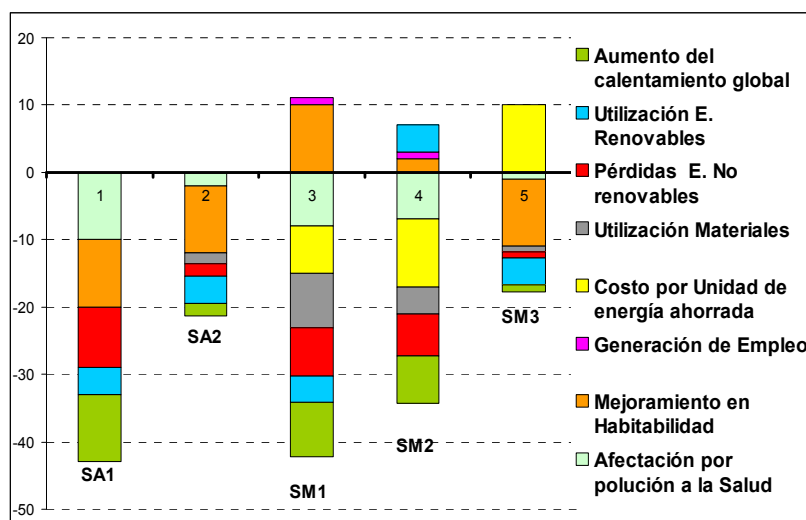


Figura 7: Escenario de situación para la valoración de las Medidas

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta metodología en base al análisis de una unidad mínima generalizable en áreas de mayor complejidad, presenta factibilidad en su uso en áreas de otras características y es eficaz en lo que respecta a dar respuestas a los actuales problemas urbanos.

La construcción de la Matriz de Conclusión obtenida a partir de la cuantificación y valoración de las acciones, implica procesamiento específicos en relación a la temática abordada. En este caso Consumo de energía y Aplicación de energías renovables, lo que requeriría nuevos desarrollos y tipos de abordajes específicos al aplicarla en otros sectores representativos. Por otra parte permite generar fácilmente salidas gráficas estudiando escenarios específicos.

Consideramos que la normalización de datos obtenidos es uno de los aspectos más relevantes en la aplicación de la metodología, ya que requiere de una actitud con criterio por parte del ejecutor y en consecuencia, decisiva en los resultados que puedan desprenderse de lo analizado. Se plantea para un desarrollo futuro, profundizar en otras metodologías de valoración y normalización de los impactos, como así también en otras temáticas de impacto ambiental urbano.

La medida correctiva correspondiente a la Sustitución de artefactos para iluminación es la más conveniente ya que obtiene buenos resultados respecto a todas las variables de análisis. Las medidas restantes, si bien son muy eficientes en la mayoría de los aspectos, presentan dificultad en el aspecto económico, por lo que se deberían proponer ideas alternativas en el momento de su aplicación.

Al extender los resultados del mosaico urbano en su correspondiente área homogénea de aproximadamente 1200 manzanas para el partido de La Plata, a modo de hipótesis podemos inferir que el área homogénea de consolidación media tiene un consumo total de Electricidad para iluminación de 11.728.400 Kw/ año, y un consumo total de Gas por Red para calefacción de 216.720.000 Kw/año. Si aplicáramos la medida que en todos los aspectos es más eficiente, Sustitución de artefactos (SM3), se reduciría el consumo actual de electricidad a 3.918.400 Kw/ año, es decir del orden de 7.810.000 Kw/año (66%). Por otro lado si considerásemos que la variable económica no se tuviera en cuenta (por ejemplo, un subsidio económico del Estado), y se impulsara la aplicación de medidas de mayor ahorro energético, utilizaríamos la medida correctiva Uso de Energía Renovables (SM2). En este caso obtendríamos una reducción del consumo de gas a 166.870.000 Kw/año, es decir del orden de 49.850.000 Kw/año (23%).

Si bien se considera oportuna la posibilidad de definir este tipo de métodos a partir de "mosaicos" representativos, se observa la necesidad de seleccionar una unidad de análisis con mayor representatividad a partir de la incorporación de otros usos y tipologías edilicias tales como: sector terciario (establecimientos de uso educativo o de salud). En una etapa siguiente se analizarán aquellas áreas que presentan *baja consolidación* para su posterior comparación.

REFERENCIAS

- Canter, Larry W. (2000) Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. 2° edición, pp. 2-3, 71-121, Mc Graw- Hill.
- Discoli, C. A. (1998) Estudio de Impacto Ambiental. Desarrollo de matrices de análisis y construcción de indicadores de evaluación. Revista Avances en energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen 2. ISSN 0329-5184.
- Di Bernardo, E. (1998) Paisaje Ambiental De Alta Diversidad. Mosaico De Naturaleza Interconectado, Una Manera De Recuperar El Soporte Natural En Las Áreas Urbanas (Argentina). Del libro electrónico de Salinas Chávez, E.; Middleton, J. La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina - <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>.
- Forman, Richard T. T. (2004) Mosaico territorial para la región metropolitana de Barcelona. 1° edición. Gustavo Gili.
- Gomez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-prensas. Editorial agrícola española S.A.
- Halsnaes, K., Callaway, J. M., Meyer, H. J. (1998) Economics of Green House Gas Limitations. Main Reports. ISBN 87-550-2490-4. UNEP collaborating Centre on Energy and Environment. RISO National Laboratory. Den Mark.
- Mesa, A. N., De Rosa, C., Cortegoso, J. L., (1999) Modelo Gráfico Computacional para la determinación el área de fachadas potencialmente colectoras en medio urbanos. Asociación Argentina en Energías Renovables y Medio Ambiente.
- Rosenfeld, E. (1987) Proyecto Audibaires. Plan piloto de evaluación energética en Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informe final. Ias, Fipe.
- Rosenfeld, E. Discoli, C. San Juan, G. Martini, I. Hoses, S. Barbero, D. Domínguez, C. (2000) Modelo de calidad de vida urbana. Determinación de índices y especialización de áreas homogéneas. Revista ASADES, V. 6, N°1, ISSN: 0329-5184.
- Zaballos de Sisto, M. C. (1999) El orden ambiental. Las evaluaciones del impacto ambiental en la ciudad de Buenos Aires. Ley N° 123. Ugerman editor. Ciencia y Técnica, Buenos Aires.

ABSTRACT: The present work exposed a methodology to evaluate energetic- environmental impact applied to the urban area and its "Corrective measures". The study takes place in a residential sector of La Plata city. The two variables are: gas network consumption for heating and energy consumption for illumination. The three measures are: energy conservation (C), renewable energy use (ER) and inefficient equipment substitution. An urban sector is analyzed that represents a homogeneous area of half consolidation from La Plata, as an "urban mosaic." For its selection, geographical information system (SIG), air photographs and computer-aided design programs (ACAD) were used. Consumption, emissions, analysis of costs and models were also generated. Graphic exits with the obtained results are presented. The feasibility of the method is observed to compare measures to take.

Keywords: Urban environmental impact; Energy consumption, Corrective measures.